



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

V

Internationale Klassifikation:

H 01 f 27/24

H 01 f 37/00

Gesuchsnummer:

8597/68

Anmeldungsdatum:

10. Juni 1968, 24 Uhr

Patent erteilt:

31. Dezember 1969

Patentschrift veröffentlicht:

13. Februar 1970

HAUPTPATENT

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden

Dreiphasen-Drosselspule mit Magnetkern

Dipl.-Ing. Anton Edlinger, Zürich, Hans Schmid, Wettingen (Schweiz), und
Alexandre Wolfensberger, Campinas (Brasilien), sind als Erfinder genannt worden

Die Erfindung betrifft eine Dreiphasen-Drosselspule mit Magnetkern, wie sie insbesondere als Kompensationsdrosselspule für Energieübertragungsleitungen verwendet wird.

Bei solchen Drosselspulen stellen bekanntlich die Vibrationen ein besonders schwieriges, technisches Problem dar. Die Vibrationen sind ausser vom mechanischen Aufbau auch von der Materialausnutzung, z.B. von der Höhe der magnetischen Induktion abhängig, so dass man bei bekannten Drosselspulen gezwungen ist, eine mässige magnetische Induktion zu wählen, wenn die Vibrationen in annehmbaren Grenzen bleiben sollen. Dies führt zu grossen Abmessungen und Gewichten und damit zu grossen Herstellungskosten. Das allgemeine Ziel der Erfindung besteht nun in einer Dreiphasen-Drosselspule mit Magnetkern, die bezüglich Vibrationen und Wirtschaftlichkeit den bekannten Anordnungen eindeutig überlegen ist.

Die Erfindung erreicht dieses Ziel durch folgende Merkmale:

a) Der Magnetkern besteht aus drei Säulen, deren Mittelachsen die Grundrissebene in den Eckpunkten eines Dreiecks durchstossen, und aus zwei oben und unten den magnetischen Rückschluss bildenden, aus streifen- oder bandförmigem Magnetblech gewickelten, dreieck- oder ringförmigen Jochen,

b) jede Säule ist aus einer Mehrzahl von radial geblechten Säulenstummeln zusammengesetzt, deren Mittelachsen zusammenfallen;

c) zwischen benachbarten Säulenstummeln der gleichen Säule befindet sich ein Luftspalt von mindestens 10 mm Länge, in dem Distanzierungen von gleicher Dicke angeordnet sind;

Die Anordnung der drei Säulen ergibt gegenüber der allgemein üblichen, bei der die Säulenachsen in einer Ebene liegen, den grossen Vorteil wesentlich günstigeren dynamischen Verhaltens; insbesondere liegen die Joche ohne weiteres auf allen drei Säulen satt auf, während dies bei drei Säulen in einer Ebene nur annähernd und nicht ohne besonderen Aufwand erreicht wird. Vibrationen und Geräusch werden hierdurch vermindert, ohne dass eine besondere Fertigungsgenauigkeit aufgewendet wer-

den müsste. Die Mittelachsen der drei Säulen können die Grundrissebene in den Eckpunkten eines gleichschenkligen oder gleichseitigen Dreiecks durchstossen; letzteres stellt die symmetrische Anordnung dar, aber man kann hiervon auch einmal abweichen, z.B. wenn ein bestimmter, geforderter Grundriss des Apparates dies angezeigt erscheinen lässt.

Die gewickelten Joche lassen sich unter grösster Schonung des Materials präzise und mit besonders geringen Kosten herstellen; letzteres trifft besonders dann zu, wenn die ein Joch bildenden Magnetblechwindungen miteinander verklebt sind. Gleichzeitig ist hierdurch das Joch ein starrer, in sich zusammenhängender Körper von hoher mechanischer Festigkeit, was gerade bei einer Drosselspule von Bedeutung ist. Auch die einen Säulenstummel bildenden Magnetbleche können miteinander verklebt sein, was sich im gleichen Sinne vorteilhaft auswirkt; die Säulenstummel können zudem bandagiert und die Bandagen verklebt sein, was auf einfache und dauerhafte Weise den Zusammenhalt gewährleistet. Als Material für die Bandagen eignet sich z.B. Polyester-Glasfaser-Band, als Klebemittel ein selbsthärtendes Polyester- oder Epoxydharz. Ferner besteht die Möglichkeit, dass die Säulenstummel im Mittelloch mit einem eingeschweissten Ring versehen sind; ein Eisenschluss entsteht hierbei auch im Falle gleichzeitig angeordneter, äusserer Bandagen nicht, da diese nichtleitend sind.

Es ist vorteilhaft, wenn die Säulenstummel an ihren Stirnflächen eine aufgeklebte Isolierstoffschicht tragen; so wird Eisenschlüssen, auch später durch Vibrationen verursachten, vorgebeugt und man erhält einen glatten, ebenen Abschluss der Stirnflächen, ohne dass diese spanabhebend bearbeitet werden müssten. Es hat sich als zweckmässig erwiesen, dass die Isolierstoffschicht aus Transformerboard oder aus einem anderen, synthetische Fasern enthaltenden Stoff besteht. Als Luftspaltdistanzierungen zwischen benachbarten Säulenstummeln der gleichen Säule verwendet man mit wesentlichem Vorteil keramisches Material, z.B. in Form von prismatischen oder zylindrischen Kötzchen oder in Form von Ringen oder Ringsegmenten, da dieses Material eine grosse dynamische Steifigkeit der Distanzierungen ergibt. Die

grosse Luftspaltbreite der neuen Drosselspule ist für die Verwendung dieses Materials günstig.

Eine Verspannung des Magnetkerns ist zweckmässig, die mit Hilfe von Spannbolzen oder Spannseilen aus unmagnetischem metallischem oder mindestens teilweise aus elektrisch isolierendem Material gebildet ist. Unmagnetisch, d.h. nicht magnetisierbar, sollte das Material im Hinblick auf die bei Drosselspulen stellenweise starken magnetischen Streufelder sein, so dass in den Spannbolzen oder Spannseilen keine Hystereseverluste entstehen; elektrisch isolierendes Material bietet obendrein den Vorteil, dass es zusätzlich die Vermeidung von Wirbelstromverlusten sicherstellt. Als elektrisch isolierendes Material für Spannbolzen oder Spannseile kommt nach dem Stande der Technik z. Zt. beispielsweise ein Polyesterharz mit einer Fasereinlage in Betracht; zur Herstellung der Verschraubung kann man einen Spannbolzen oder ein Spannseil teilweise aus derartigem Material machen, indem man es an den Enden in metallische Bolzen übergehen lässt.

Die Drosselspule gemäss der Erfindung ermöglicht eine besonders vorteilhafte Ausführung der Verspannung des Magnetkerns, bei welcher die Spannbolzen oder Spannseile durch die ohnehin vorhandenen Mittellocher der Säulenstummel und durch die Joche hindurchlaufen. Die Spannkraft wirkt dann unmittelbar im Schwerpunkt der gegeneinanderzupressenden Flächen, was eine maximale Vereinfachung im konstruktiven Aufwand ermöglicht. Die Spannbolzen oder Spannseile sind dann durch Löcher in den Jochen hindurchgeführt, wobei vorzugsweise in jedem Joch ein Loch je Säule vorgesehen ist und die Löcher gebohrt und demzufolge von kreisrundem Querschnitt oder beim Wickeln des Joches ausgespart und demzufolge von sichelförmigem Querschnitt sind. Die Löcher stören den Magnetfluss nicht, da sie sich bei der erfindungsgemässen Drosselspule im Bereich der Mittellocher der Säulenstummel befinden.

Man kann je Säule eine Mehrzahl von Spannbolzen oder Spannseilen anordnen und erzielt hierdurch bei metallischen Spannbolzen oder Spannseilen den Vorteil geringer Wirbelstromverluste und bei elektrisch isolierenden Spannbolzen oder Spannseilen den Vorteil erhöhter Spannkraft, ohne grössere als die üblichen Querschnitte wählen zu müssen. Will man eine entsprechende Mehrzahl von Löchern durch die Joche vermeiden, so kann man die Anordnung so treffen, dass die einer Säule zugeordneten Spannbolzen oder Spannseile an ihren Enden in einen gemeinsamen Bolzen übergehen. Man benötigt dann in jedem Joch nur ein Loch je Säule und führt den gemeinsamen Bolzen durch das Jochloch.

Bei kleinen Betriebsspannungen kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Spannbolzen oder Spannseile ausserhalb der Säulen- oder Wicklungen angeordnet sind. Sie liegen damit im feldarmen Raum, insbesondere bei Anordnung ausserhalb der Wicklungen, und man braucht durch die Joche keine Löcher für Zugbolzen zu bohren.

Wie an sich bekannt, kann die Pressung des Magnetkerns über Federn erfolgen. Besonders platzsparend sind hierfür Stapel aus Tellerfedern. Die dank geringer Anzahl von Luftspalten und Säulenstummeln sowie gegebenenfalls dank der unnachgiebigen keramischen Distanzierungen besonders «harten» Säulen der erfindungsgemässen Drosselspule ermöglichen es, mit sehr kurzen Federstapeln auszukommen, was sich abermals platzsparend auswirkt.

Nachdem vorstehend Vorteile der Erfindung im einzelnen und z. T. auch schon bezüglich Unterkombinationen angegebenen wurden, sollen nun die überraschenden Vorteile der Kombination der unter a) bis c) aufgeführten Merkmale der Erfindung zusammengefasst werden.

Bei den bekannten Drosselspulen mit paralleler Blechung muss der erforderliche Gesamt-Luftspalt stets in eine grosse Anzahl kleiner Spalte aufgeteilt werden, da der seitlich aus- und eintretende Streufluss die Randflächen der Säulenpakete teilweise quer durchsetzt und um so grössere Wirbelstromverluste verursacht, je breiter der Spalt und je grösser hierdurch der seitlich aus- und eintretende Streufluss ist. Die Luftspaltbreite liegt bei den bekannten Drosselspulen daher meistens unter 10 mm. Bei radial gestellten Säulenblechen gemäss Merkmal b) der Erfindung kann dagegen der einzelne Luftspalt beliebig breiter gemacht werden, denn der seitliche Spaltstreufluss trifft überall nur auf die Schmalseiten der Bleche. Bei einer Drosselspule sind also parallel u. radial geblechte Säulen einander nicht äquivalent. Theoretisch käme man bei letzteren sogar mit nur einem Streuspalte von sehr grosser Breite aus, aber mit Rücksicht auf andere Teile der Drosselspule wäre dies nicht immer zweckmässig. Jedenfalls aber kann man entsprechend Merkmal c) der Erfindung sehr viel breitere Luftspalte als bei paralleler Blechung ausführen, so dass an die Stelle der bekannten, in einer Säule zwischen vielen Säulenstummeln in entsprechend grosser Zahl in Reihe gestapelten dünnen und daher insgesamt nachgiebigen und schwindenden, zumeist aus Transformerboard bestehenden Distanzierungen einige wenige treten, die schon aufgrund ihrer geringen, in einer Säule in Reihe gestapelten Anzahl weniger nachgiebig sind und obendrein wegen ihrer Dicke ohne weiteres aus keramischem oder anderem hartem, formbeständigem Material, z.B. aus gefülltem Giessharz, hergestellt sein können, was diesen Effekt noch verstärkt; mit anderen Worten, die Säule aus wenigen Säulenstummeln und Luftspaltdistanzierungen ist in dynamischer Hinsicht wesentlich unelastischer als die bekannte Säule aus vielen Säulenstummeln und Luftspaltdistanzierungen. Hierdurch werden die Vibrationen wesentlich vermindert, und einem Nachlassen der Pressung wird vorgebeugt. Die vielfach gehörte Meinung, der mechanische Aufbau, u.a. des Magnetkerns, solle eingermassen elastisch sein, ist nach der Lehre der Erfindung nicht richtig, weitgehende Starrheit ist hier nach von Vorteil. Dagegen kann es von Vorteil sein — und dies ist hiervon zu unterscheiden — wenn die Pressung nachgiebig, z.B. unter Einschaltung einer Feder gestaltet ist, so dass sich die Presskraft bei kleinen Längenänderungen der gepressten Teile nicht wesentlich ändert, insbesondere bei Verkürzung der gepressten Teile nicht wesentlich kleiner wird. Dies wird z.B. mit Federn erreicht, die eine nichtlineare Kennlinie besitzen, derart, dass die Federkonstante bei kleineren Einfederungen grösser ist als bei grösseren Einfederungen.

Eine geringere Anzahl von Luftspalten geht mit einer geringeren Anzahl von Distanzierungen und Säulenstummeln einher, aus denen eine Säule aufgebaut ist, dies bewirkt eine Senkung der Herstellungskosten, die zudem infolge der radialen Blechung und der dadurch ermöglichten einfachen, arbeitssparenden Fabrikation relativ niedrig sind.

Das gewickelte Joch gemäss Merkmal a) der Erfindung ist an sich besonders billig in der Herstellung; vor allem aber erfährt es eine bessere magnetische Ausnutzung als jede andere Bauart, insbesondere weil der

Jochfluss kleiner ist als der von den Säulen geführte Magnetfluss, was Einsparungen an Gewicht, Bauhöhe und Kosten, auch an anderen Teilen der Drosselspule, bedeutet. Ferner kann man ein solches Joch beliebig durchbohren. Hierdurch wie auch durch den Aufbau der radial geblechten Säulenstummel wird die erwähnte einfache und vorteilhafte Verspannung des Magnetkerns ermöglicht.

Die Anordnung der Säulen im Dreieck gemäss Merkmal a) der Erfindung bietet einerseits den Vorteil, dass der Fluss aus allen Querschnittsteilen aller drei Säulen an der magnetischen Verkettung restlos teilnimmt, während dies bei Anordnung der Säulen in einer Ebene für die ausserhalb des Säulenloches liegenden Querschnittsteile der Aussensäulen nicht der Fall wäre. Ein anderer Vorteil der Anordnung der Säulen im Dreieck wurde bereits angedeutet: er liegt im ohne weiteres gegebenen, satten Aufliegen der Jöche auf allen drei Säulen, was wesentlich zum günstigen dynamischen Verhalten beiträgt.

Dank des günstigen dynamischen Verhaltens des Magnetkerns der neuen Drosselspule kann bei ihr die Induktion wesentlich höher als bei bekannten Drosselspulen gewählt werden, wenn man gleich starke Vibrationen wie bisher in Kauf nehmen will, die aber so leicht wie bei bekannten Drosselspulen zu nachteiligen Folgen führen. Man kann die Vibrationen demgegenüber aber auch stark vermindern bei immer noch höherer Induktion als bisher erreichbar. Eine höhere Induktion bewirkt bekanntlich Einsparungen auch an anderen Teilen als dem Magnetkern der Drosselspule.

So ergeben sich durch das Zusammenwirken der Kombinationselemente in überraschendem Ausmass Vorteile hinsichtlich Gewichten, Herstellungskosten und Vibrationen, wie sie bisher mit bekannten Bauarten von Drosselspulen nicht erreicht werden konnten.

Nächstehend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen beispielsweise erläutert. Unter diesen stellen dar:

Fig. 1 den Magnetkern einer Dreiphasen-Drosselspule in Seitenansicht;

Fig. 2 und 3 je ein Joch des Magnetkerns in zwei verschiedenen Ausführungen in Draufsicht;

Fig. 4a und 4b einen Säulentunnel des Magnetkerns in Seitenansicht und Draufsicht;

Fig. 5 und 6 zwei verschiedene Anordnungen der Säulen des Magnetkerns im Grundriss;

Fig. 7 einen Teil einer Säule mit den angrenzenden Teilen der Jöche und die Verspannung des Magnetkerns, im Schnitt,

Fig. 8a und 8b eine andere Ausführung der Kernpressung in Seitenansicht und Draufsicht.

Die Zeichnungen stellen Beispiele dar und sind schematisch ausgeführt, damit nicht unwichtige Einzelheiten die Übersichtlichkeit beeinträchtigen.

Fig. 1 zeigt den Magnetkern mit drei Säulen 10, 11, 12 und zwei Jochen 13, 14. Die Säulen sind aufgebaut aus Säulenstummeln 15, zwischen denen sich Luftspalte mit Distanzierungen 16 befinden. Die Figur lässt andeutungsweise erkennen, dass gemäss der Erfindung nur wenige Säulenstummel und Einzelluftspalte je Säule erforderlich sind, so dass die Länge des einzelnen Luftspaltes in Richtung der Säulenachse relativ gross ist und beispielsweise keramische Distanzierungen von entsprechender Dicke angeordnet werden können.

Fig. 2 zeigt ein aus streifen- oder bandförmigem Magnetblech 21 gewickeltes, dreieckförmiges Joch 20 mit

beim Wickeln ausgesparten und demzufolge sichelförmigen Jochlöchern 22; die gestrichelten Kreise 23 deuten die Lage der zugehörigen Säulen an.

Fig. 3 zeigt ein aus streifen- oder bandförmigem Magnetblech 31 gewickeltes, kreisförmiges Joch 30 mit gebohrten und demzufolge kreisrunden Löchern 32; die gestrichelten Kreise 33 deuten die Lage der zugehörigen Säulen an.

Fig. 4a (Seitenansicht) und 4b (Draufsicht) zeigen einen Säulentunnel 40, der aus sektorweise radial angeordneten Magnetblechen 41 aufgebaut ist, die ein Mittelloch 42 freilassen; um den Säulentunnel kann eine Bandage 43 angeordnet sein.

Fig. 5 zeigt schematisch im Grundriss eine Anordnung der drei Säulen 50, 51, 52, bei der die Säulenachsen die Grundrissebene in den Eckpunkten des strichpunktirt gezeichneten, gleichseitigen Dreiecks mit der Seitenlänge x durchstossen.

Fig. 6 zeigt schematisch im Grundriss eine Anordnung der drei Säulen 60, 61, 62, bei der die Säulenachsen die Grundrissebene in den Eckpunkten des strichpunktirt gezeichneten, gleichschenkeligen Dreiecks mit zwei gleichen Seiten y durchstossen.

Fig. 7 zeigt an einem Schnitt durch einen Teil einer Säule die Verspannung des Magnetkerns gemäss einer bevorzugten Ausführung der Erfindung. Radial geblechte Säulenstummel 70 sind durch Luftspalte, mit Distanzierungen 71 voneinander getrennt; die angrenzenden Teile der Jöche sind mit 72, 73 bezeichnet. Spannbolzen oder Spannseile 74, die im Mittelloch der Säulenstummel angeordnet sind, gehen an ihren Enden in nur einen Bolzen 75, 76 über, so dass je Säule nur ein einziges Loch in jedem Joch erforderlich ist; die Pressung erfolgt unter Einschaltung einer Tellerfedersäule 77.

Fig. 8a (Seitenansicht) und 8b (Draufsicht) zeigen eine andere Ausführung der Kernpressung, bei welcher Löcher durch die Jöche vermieden sind. Die Darstellung ist auf einen Teil des Magnetkerns mit einer Säule beschränkt und bezüglich der übrigen Säulen entsprechend ergänzt zu denken. Man erkennt eine Wicklung 80 über eine Säule 81 aus radial geblechten Säulenstummeln, deren Mittellöcher gestrichelt angedeutet sind, und dreieckförmig gewickelte Jöche 82, 83. Ein zentraler Spannbolzen 84 ist durch eine zentrale Spannplatte 85 geführt, an der je Säule zwei Traversen 86, 87 angeschweisst sind, durch deren äussere Enden je ein Spannbolzen 88 geführt ist. Eine den oberhalb des oberen Joches befindlichen Teilen 85 bis 87 entsprechende Einrichtung ist unterhalb des unteren Joches vorgesehen. Die Verspannung des Magnetkerns erfolgt bei dieser Ausführung ausserhalb der Wicklungen.

PATENTANSPRUCH

Dreiphasen-Drosselspule mit Magnetkern, insbesondere Kompensationsdrosselspule für Energieübertragungsleitungen, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) Der Magnetkern besteht aus drei Säulen, deren Mittelachsen die Grundrissebene in den Eckpunkten eines Dreiecks durchstossen, und aus zwei oben und unten den magnetischen Rückschluss bildenden, aus streifen- oder bandförmigem Magnetblech gewickelten, dreieck- oder ringförmigen Jochen;

b) jede Säule ist aus einer Mehrzahl von radial geblechten Säulenstummeln zusammengesetzt, deren Mittelachsen zusammenfallen;

c) zwischen benachbarten Säulenstümmeln der gleichen Säule befindet sich ein Luftspalt von mindestens 10 mm Länge, in dem Distanzierungen von gleicher Dicke angeordnet sind.

UNTERANSPRÜCHE

1. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachsen der drei Säulen die Grundrissebene in den Eckpunkten eines gleichschenkeligen oder gleichseitigen Dreiecks durchstossen.

2. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die ein Joch bildenden Magnetblechwindungen miteinander verklebt sind.

3. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die einen Säulenstümmel bildenden Magnetbleche miteinander verklebt sind.

4. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch oder Unteranspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Säulenstümmel bandagiert und dass die Bandagen verklebt sind.

5. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Säulenstümmel im Mittelloch mit einem eingeschweissten Ring versehen sind.

6. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Säulenstümmel an ihren Stirnflächen eine aufgeklebte Isolierstoffschicht tragen.

7. Dreiphasen-Drosselspule nach Unteranspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierstoffschicht aus Transformerboard oder aus einem synthetische Fasern enthaltenden Stoff besteht.

8. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftspaltdistanzierungen aus keramischem Material in Form von prismatischen oder zylindrischen Klötzchen oder in Form von Ringen oder Ringsegmenten bestehen.

9. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Verspannung des Ma-

gnetkerns mit Hilfe von Spannbolzen oder Spannseilen aus unmagnetischem metallischem oder mindestens teilweise aus elektrisch isolierendem Material gebildet ist.

10. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannbolzen oder Spannseile durch die Mittellöcher der Säulenstümmel und durch die Joche hindurchlaufen.

11. Dreiphasen-Drosselspule nach Unteranspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannbolzen oder Spannseile durch Löcher in den Jochen hindurchgeführt sind, wobei in jedem Joch ein Loch je Säule vorgesehen ist und die Löcher gebohrt und demzufolge von kreisrundem Querschnitt oder beim Wickeln des Joches ausgespart und demzufolge von sichelförmigem Querschnitt sind.

12. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass je Säule eine Mehrzahl von Spannbolzen oder Spannseilen angeordnet ist.

13. Dreiphasen-Drosselspule nach Unteranspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die einer Säule zugeordneten Spannbolzen oder Spannseile an ihren Enden in einen gemeinsamen Bolzen übergehen.

14. Dreiphasen-Drosselspule nach Unteranspruch 11 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Bolzen durch das Jochloch geführt ist.

15. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannbolzen oder Spannseile ausserhalb der Säulen oder Wicklungen angeordnet sind.

16. Dreiphasen-Drosselspule nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Pressung des Magnetkerns über Federn erfolgt.

17. Dreiphasen-Drosselspule nach Unteranspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Federn eine nicht-lineare Kennlinie besitzen, derart, dass die Federkonstante bei kleineren Einfederungen grösser ist als bei grösseren Einfederungen.

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.

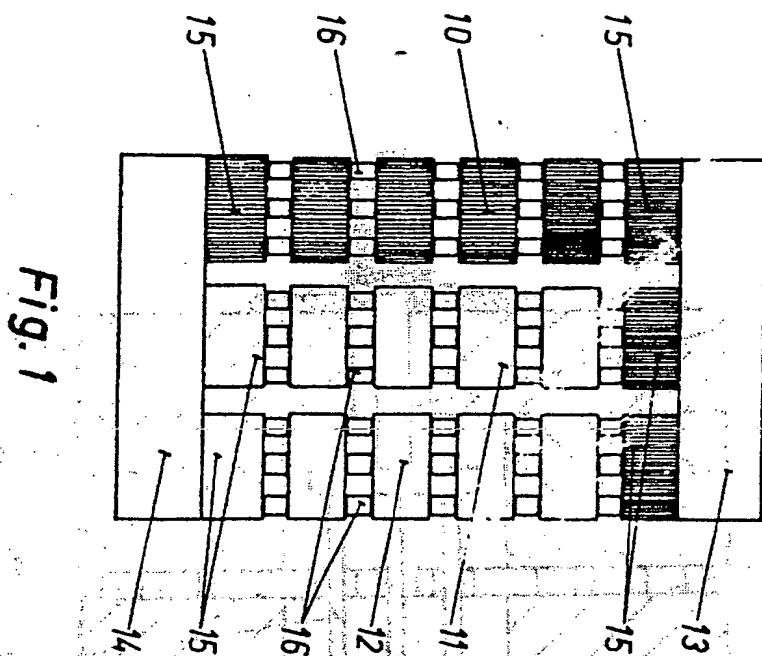


Fig. 1

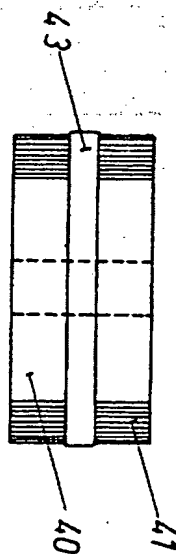


Fig. 4a

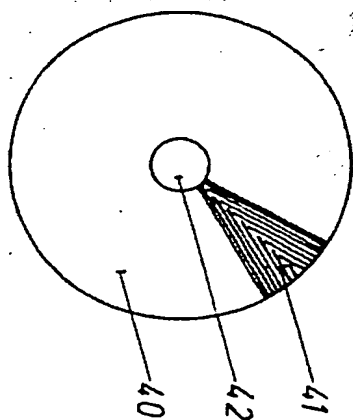


Fig. 4b

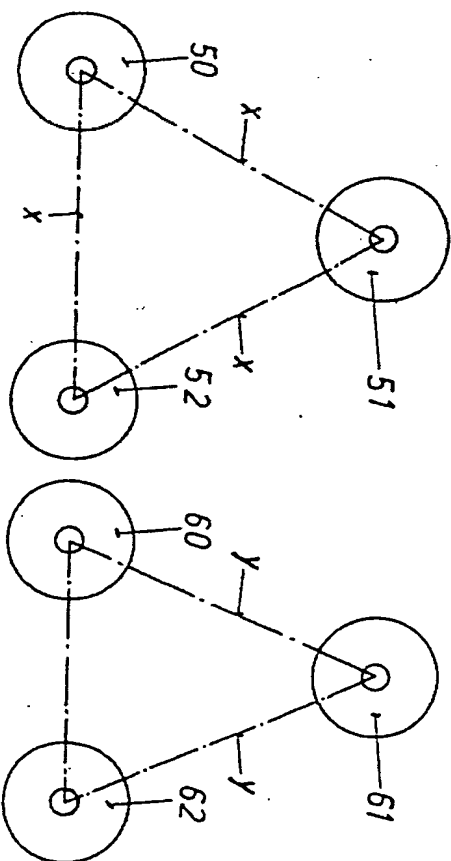
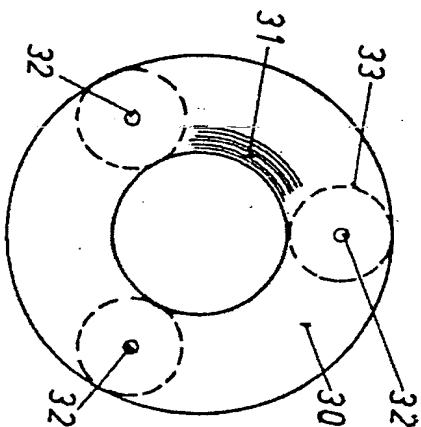
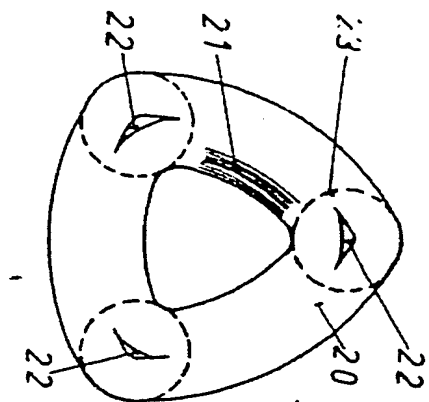


Fig. 4c

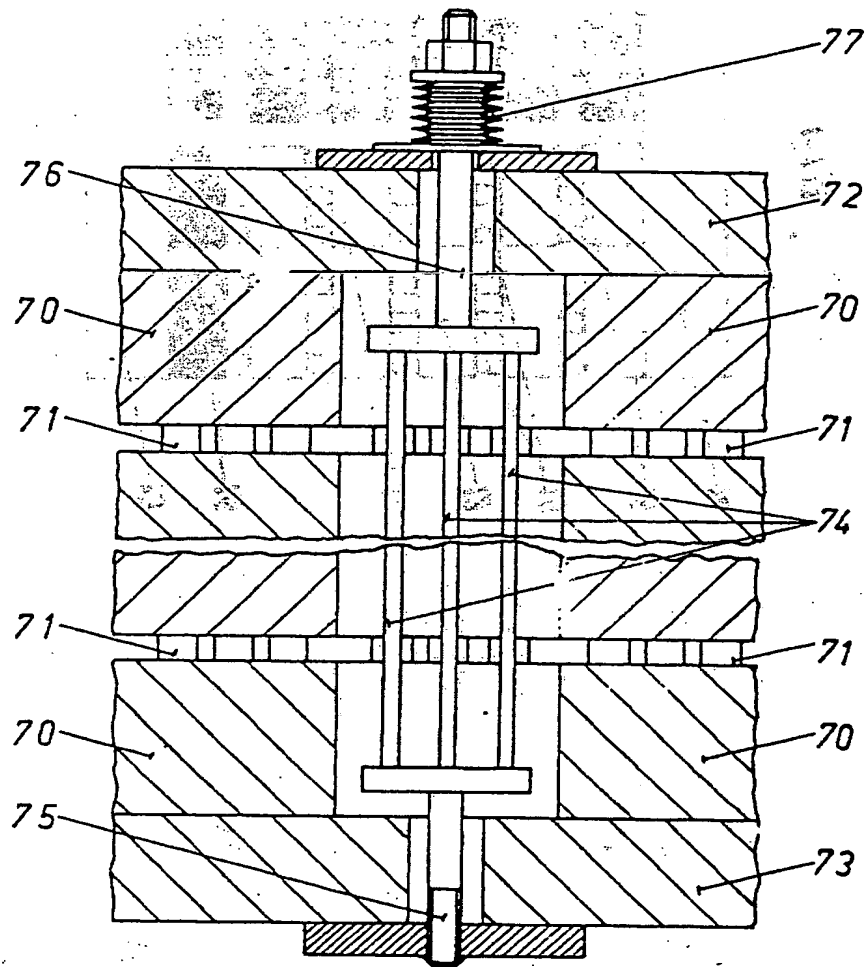


Fig. 7

